



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Dirección General de Estudios de Posgrado

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica

Unidad de Posgrado

Evaluación de la toxicidad de los sedimentos marinos a través del uso del nematodo *Caenorhabditis elegans*, como organismo modelo en el estero Huaylá, parroquia Puerto Bolívar, provincia de El Oro-Ecuador

TESIS

Para optar el Grado Académico de Doctor en Ciencias Ambientales

AUTOR

Víctor Hugo GONZÁLEZ CARRASCO

ASESOR

Sonia Ruthy VALLE RUBIO

Lima, Perú

2018



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

González, V. (2018). *Evaluación de la toxicidad de los sedimentos marinos a través del uso del nematodo *Caenorhabditis elegans*, como organismo modelo en el estero Huaylá, parroquia Puerto Bolívar, provincia de El Oro-Ecuador*. [Tesis de doctorado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, Unidad de Posgrado]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
Universidad del Perú, Decana de América
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA, METALÚRGICA Y GEOGRÁFICA

UNIDAD DE POSGRADO



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

SUSTENTACIÓN PÚBLICA

En la Universidad Nacional Mayor de San Marcos-Lima, a los dieciséis días del mes de abril del 2018, siendo las 14:00 horas, se reúnen los suscritos miembros del JURADO EXAMINADOR DE TESIS, nombrado mediante Dictamen N.º 181/UPG-FIGMMG/2018 del 03 de abril del 2018, con la finalidad de evaluar la sustentación oral de la siguiente tesis:

TÍTULO

«EVALUACIÓN DE LA TOXICIDAD DE LOS SEDIMENTOS MARINOS A TRAVÉS DEL USO DEL NEMATODO *Caenorhabditis elegans*, COMO ORGANISMO MODELO EN EL ESTERO HUAYLA, PARROQUIA PUERTO BOLÍVAR, PROVINCIA DE EL ORO - ECUADOR»

Que, presenta el Mag. **VICTOR HUGO GONZÁLEZ CARRASCO**, para optar el **GRADO ACADÉMICO DE DOCTOR EN CIENCIAS AMBIENTALES**.

El secretario del Jurado Examinador de la Tesis, analiza el expediente 05557-FIGMMG-2013 del 25 de julio del 2013, en el marco legal y Estatutario de la Ley Universitaria, acreditando que tiene todos los documentos y cumplió con las etapas del trámite según el «Reglamento de los Estudios de Doctorado».

Luego de la Sustentación de la Tesis, los miembros del Jurado Examinador procedieron a aplicar la escala descrita en el Art. 61 del precitado Reglamento, correspondiéndole al graduando la siguiente calificación:

MUY BUENO (17)

Habiendo sido aprobada la sustentación de la Tesis, el Presidente recomienda a la Facultad se le otorgue el **GRADO ACADÉMICO DE DOCTOR EN CIENCIAS AMBIENTALES** al Mag. **VICTOR HUGO GONZÁLEZ CARRASCO**.

Siendo las 15:00 horas, se dio por concluido al acto académico

DR. MARCO ANTONIO ESPINO SÁNCHEZ
Presidente

DR. MAURO GILBER MARIANO ASTOCÓNDOR
Secretario

DRA. ANA ASUNCIÓN HUAMANTINCO ARAUJO
Miembro

DRA. ZOILA RAQUEL SICHHA RAMÍREZ
Miembro

DRA. SONIA VALLE RUBIO
Asesora

RESUMEN

El Estero Huaylá, ubicado en la Provincia de El Oro (Ecuador) es un cuerpo de agua impactado por las diferentes actividades humanas entre las que se destacan la industria agrícola, camaronera, laboratorios de criaderos de larvas, aguas servidas, y efluentes domésticos de la ciudad de Machala, sin tratamiento adecuado y que son descargados directamente a las aguas del estero, contaminándolo y afectando la diversidad biológica existente. Con base en esta información, en este trabajo se evaluó la presencia de metales pesados como mercurio, cadmio y plomo en el estero y su toxicidad en el sedimento marino usando como organismo modelo el nematodo *Caenorhabditis elegans*.

Se tomaron muestras de sedimentos en nueve estaciones de muestreos a lo largo del Estero, estos sedimentos fueron secados y analizados para determinar la presencia de metales pesados como mercurio, plomo y cadmio por espectrofotometría de absorción atómica con nebulización de llama y con la generación de hidruros con atomización en una celda de cuarzo. Los resultados fueron usados para establecer indicadores ambientales y toxicológicos del Estero. Posteriormente, los sedimentos fueron sometidos a un proceso de extracción-centrifugación usando agua destilada para obtener el extracto acuoso de cada muestra, el cual fue usado en la exposición del organismo modelo *Caenorhabditis elegans* para la evaluación de toxicidad a través de la observación de cambios en los parámetros biológicos como supervivencia, locomoción, crecimiento y reproducción, y de parámetros bioquímicos como los cambios en la expresión de genes de respuesta al estrés por metales y a estrés oxidativo como son *mtl-2* y *sod-4* respectivamente. Los resultados demuestran que la concentración de mercurio fue elevada en todas las estaciones de muestreos, y la de plomo fue baja. En contraste, el cadmio no fue detectado por el equipo. Con relación al riesgo ecológico se identificó fuerte contaminación en tres estaciones, moderada en cinco, y ausencia de contaminación en una estación y el aporte de esta contaminación posiblemente se debe al mercurio y no al plomo. Los *C. elegans* silvestres expuestos a los extractos de los sedimentos superficiales del estero Huaylá de la parroquia de Puerto Bolívar (Ecuador) mostraron efectos en la mortalidad, crecimiento, locomoción y reproducción.

Los nematodos transgénicos expuestos a los extractos de los sedimentos del estero Huaylá mostraron sobreexpresión de los genes *mtl-2* y *sod-4*. En general, los puntos con mayor concentración de mercurio y mayor toxicidad fueron aquellos situados en las distribuidoras de fertilizantes y cal para camaroneras y cerca de las estaciones de gasolina.

Palabras Claves: sedimentos marinos, nematodos, metales pesados

ABSTRACT

The Estero Huaylá, located in the Province of El Oro (Ecuador) is a water body impacted by different human activities, among which the agricultural industry, shrimp farms, larval breeding laboratories, are highlighted, besides sewage and domestic effluent of the city of Machala, without treatment, which are discharged directly into the waters of the estuary, contaminating it and neglecting all existing biological diversity. According this information, in this work we evaluate contamination and, toxicological and environmental impact determining the presence of heavy metals such as mercury, cadmium and lead in the Estero and the toxicity of the marine sediment using as model organism the nematode *Caenorhabditis elegans*.

Sediment samples were taken at nine sampling stations along the Estero, these sediments were dried and analyzed to determine the presence of heavy metals such as mercury, lead and cadmium by atomizer flaming atomic absorption spectrophotometry and hydride generation using quartz cell atomizer. These results were used to establish environmental and toxicological effects of the Estero. Subsequently, the sediments were subjected to extraction-centrifugation process using distilled water to obtain the aqueous extract of each sample, which was used in the exposure of the model organism *Caenorhabditis elegans* for toxicity testing through the observation of changes in the biological parameters such as survival, locomotion, growth and reproduction, and biochemical parameters such as changes in the gene expression for stress response by metals and oxidative stress such as *mtl-2* and *sod-4*, respectively. The results show that the mercury concentration was high at all sampling stations, and the lead concentration was low. In contrast, cadmium was not detected. In relation to ecological risk, strong pollution was identified in three sampling stations, moderate in five, and absence of contamination in one of these, and The contribution of pollution is possibly due to mercury and it is not to lead. The wild-type *C. elegans* exposed to the extracts of the surface sediments of the Estero Huaylá in Puerto Bolívar parish (Ecuador) showed effects on mortality, growth, locomotion and reproduction.

The transgenic nematodes exposed to sediments extracts of the o Huaylá Estero showed overexpression of the *mtl-2* and *sod-4* genes. In general, sampling stations with the highest concentration of mercury and greater toxicity were those located in the distributors of fertilizers and lime for shrimp farms and near the gas stations.

Keywords: marine sediments, nematodes, heavy metals